

PCT/JP01/01406

日 本 国 特 許 庁

21.03.01

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

09/926362
2000年11月28日

REC'D 18 MAY 2001	
WIPO	PCT

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-361768

出 願 人
Applicant(s):

イビデン株式会社

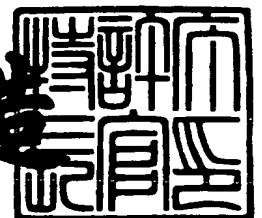
JP01/1406
E K U

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 4月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3034764

【書類名】 特許願

【整理番号】 H12YAHP055

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明者】

 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

 【氏名】 平松 靖二

【発明者】

 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

 【氏名】 伊藤 康隆

【特許出願人】

 【識別番号】 000000158

 【氏名又は名称】 イビデン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086586

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 安富 康男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104813

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 古谷 信也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108431

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村上 加奈子

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 033891

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0004108

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 窒化アルミニウム焼結体およびセラミック基板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 その内部または表面に導電体が形成されたセラミック基板であって、

前記セラミック基板は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径は $3\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミック基板。

【請求項 2】 破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径は $3\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする窒化アルミニウム焼結体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に、セラミックヒータ（ホットプレート）、静電チャック、ウエハプローバなど、半導体の製造用や検査用の装置として用いられるセラミック基板用の窒化アルミニウム焼結体および該セラミック基板に関する。

【0002】

【従来の技術】

エッチング装置や、化学的気相成長装置等を含む半導体製造・検査装置等においては、従来、ステンレス鋼やアルミニウム合金などの金属製基材を用いたヒータやウエハプローバ等が用いられてきた。

【0003】

ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。

まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、 15mm 程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪みなどが発生してしまい、金属板上に載置したシリコンウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの重量が重くなり、また、嵩張ってしまうという問題があった。

【0004】

また、抵抗発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、半導体ウエハな

どの被加熱物を加熱する面（以下、加熱面という）の温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

【 0 0 0 5 】

そこで、特開平 1 1 - 4 0 3 3 0 号公報などには、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい窒化アルミニウム等の窒化物セラミックや炭化珪素等の炭化物セラミックを使用し、これらのセラミックからなる板状体（セラミック基板）の表面に、金属粒子を焼結して形成した発熱体を設けてなるセラミックヒータが開示されている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

このようなセラミックヒータでは、加熱の際に熱膨張しても、セラミック基板に反り、歪みなどは発生しにくく、印加電圧や電流量の変化に対する温度追従性も良好であった。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、このようなセラミックヒータを構成するセラミック粒子がある程度大きいと、シリコンウエハなどの被加熱物を加熱した際、セラミック基板から大きなセラミック粒子が脱落する。この脱落したセラミック粒子がシリコンウエハなどの被加熱物に付着してパーティクルとなり、シリコンウエハ上に形成される回路の短絡や断線などを発生させ、不良発生の原因となることがあった。

【 0 0 0 8 】

また、セラミックには焼結助剤を添加するが、この焼結助剤は通常、セラミック粒子境界に存在して欠陥となる。このようなセラミック基板に破壊が発生した場合、その破壊断面は粒子境界破壊となり、セラミック基板は、高温での曲げ強度などの機械的特性に劣るものであった。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上述した問題点に鑑み、セラミック基板からセラミック粒子が脱落し、シリコンウエハなどに不良を発生させることなく、かつ、曲げ強度などの

強度に優れるセラミック基板を得ることを目的として鋭意研究を行った結果、セラミック基板の性状を破壊時に粒子内破壊を呈するようにし、かつ、セラミック粒子の平均粒子径を $3\mu\text{m}$ 以下に制御することにより、その強度に優れるとともに、シリコンウエハなどの汚染を防止することができることを見出し、本発明を完成させたものである。

【0010】

すなわち本発明のセラミック基板は、その内部または表面に導電体が形成されたセラミック基板であって、

上記セラミック基板は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径は $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするものである。

また、本発明の窒化アルミニウム焼結体は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径は $3\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするものである。上記窒化アルミニウム焼結体は、本発明のセラミック基板に使用される材料の一つである。そこで、以下においては、特に窒化アルミニウム焼結体のみについての説明は行わず、本発明の窒化アルミニウム焼結体を含めた内容でセラミック基板の説明を行うこととする。

【0011】

本発明のセラミック基板は、その破壊断面が粒子内破壊となるように制御されているので、セラミック粒子の脱落は殆どなく、シリコンウエハなどにパーティクルが発生しにくい。また、セラミック基板の粒子間に障壁が殆どないため、高温での強度が高くなる。

セラミック基板の破壊断面が粒子内破壊になっているかどうかは、焼結体を破断させた後、破断面を $2000\sim5000$ 倍の電子顕微鏡で観察することにより確認することができる。

なお、本発明でいう粒子内破壊とは、破壊断面を観察した際、セラミック粒子間の境界ではなく、セラミック粒子の内部で破壊が生じている場合を指し、粒内破壊と同義である。

また、平均粒子径については、焼結体を鏡面研磨した後、焼結体を構成する粒子の長軸の長さを任意の10点で測定し、その平均値を平均粒子径とした。

以下、本発明のセラミック基板を実施の形態に則して説明する。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

本発明のセラミック基板は、その内部または表面に導電体が形成されたセラミック基板であって、

上記セラミック基板は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径は $3\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

本発明のセラミック基板を構成するセラミック材料は特に限定されるものではなく、例えば、窒化物セラミック、炭化物セラミック、酸化物セラミックなどが挙げられる。

【 0 0 1 4 】

上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタンなどが挙げられる。

また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン、炭化ホウ素などが挙げられる。

【 0 0 1 5 】

上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト、シリカ、ベリリアなどが挙げられる。

これらのセラミックは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【 0 0 1 6 】

これらのセラミックのなかでは、窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が酸化物セラミックに比べて好ましい。熱伝導率が高いからである。

また、窒化物セラミックのなかでは、窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が $180\text{ W/m}\cdot\text{K}$ と最も高いからである。

【 0 0 1 7 】

また、これらの材料からなるセラミック基板を製造する際に用いるセラミック粉末の平均粒子径は、 $0.2\sim 1.5\ \mu\text{m}$ 程度が望ましい。平均粒子径が $0.2\ \mu$

m未満と小さいと、セラミック成形体の嵩密度が低下しすぎて焼結が良好に進行しにくくなったり、異常粒成長が発生し、一方、平均粒子径が $1.5\mu\text{m}$ を超えると、得られる焼結体の粒子径が $3\mu\text{m}$ を超えてしまう。

【0018】

また、通常、セラミック粒子の焼結性を高めるために、例えば、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物などの焼結助剤を添加するが、本発明では、添加する焼結助剤の量は、 0.3 重量%以下であることが好ましい。焼結助剤の添加量が 0.3 重量%を超えると、焼成して得られたセラミック焼結体は、粒子境界破壊の性状を呈することがあり、製造されるセラミック基板の高温での曲げ強度などの強度低下を招くからである。

【0019】

上記焼結助剤の具体例としては、例えば、 CaO 、 Y_2O_3 、 Na_2O 、 Li_2O 、 Rb_2O などを挙げることができる。

【0020】

上記セラミック基板は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径は $3\mu\text{m}$ 以下である。

このようなセラミック基板を製造する方法は、特に限定されるものではないが、上述したような条件で焼結助剤を添加した後、焼成処理を施す際、その焼成温度を $1700\sim 1800^\circ\text{C}$ に保つことにより製造することができる。焼成温度が 1700°C 未満であると、セラミック粒子の焼結の進行が不充分である場合があり、一方、 1800°C を超えると、セラミック基板を構成する結晶粒子の平均粒径が $3\mu\text{m}$ を超えるものとなり、また、その焼結体を破壊した際、破壊断面が粒子境界破壊となることがある。

このように焼結温度を低く設定することにより、焼成時のセラミック粉末の粒成長を抑制することができ、得られるセラミック基板を構成する粒子の平均粒径を $3\mu\text{m}$ 以下に抑えることができる。

【0021】

上記条件で焼成を行うことにより得られるセラミック基板は、 $0.05\sim 10$ 重量%の酸素を含有していることが望ましい。 0.05 重量%未満では、焼結が進

まず粒子境界で破壊が生じ、また、欠陥が生ずるため、高温での曲げ強度が低下し、一方、酸素量が10重量%を超えると、粒子境界に偏析した酸素などが欠陥となり、やはり高温での曲げ強度が低下するからである。

【0022】

なお、原料粉末を含む生成形体を作製する際に添加された上記焼結助剤は、焼結体中に、殆ど存在しない場合もある。例えば、窒化アルミニウム焼結体を製造する際に、0.3重量%以下の Y_2O_3 を添加した場合、焼結過程において Y_2O_3 は外部に向かって拡散し、表面から飛散するため、焼結体内に殆ど残留していない。

本発明のセラミック基板は、このように粒界に存在する焼結助剤等の不純物の量が非常に少ないため、セラミック基板を構成する粒子同士が強固に結合している。従って、このセラミック基板に大きな力を作用させても、粒界で破壊が発生せず、粒子内の原子同士の結合が比較的弱い結晶面で破壊が進行するのである。

【0023】

本発明では、セラミック基板は、酸素を含有するとともに、最大気孔の気孔径が $50\mu m$ 以下であることが望ましく、気孔率は5%以下が望ましい。また、上記セラミック基板には、気孔が全く存在しないか、気孔が存在する場合は、その最大気孔の気孔径は、 $50\mu m$ 以下であることが望ましい。

【0024】

気孔が存在しない場合は、高温での耐電圧が特に高くなり、逆に気孔が存在する場合は、破壊靱性値が高くなる。このためどちらの設計にするかは、要求特性によって変わるのである。

気孔の存在によって破壊靱性値が高くなる理由が明確ではないが、クラックの進展が気孔によって止められるからであると推定している。

【0025】

本発明で、最大気孔の気孔径が $50\mu m$ 以下であることが望ましいのは、気孔径が $50\mu m$ を超えると高温、特に $200^\circ C$ 以上での耐電圧特性を確保するのが難しくなるからである。

最大気孔の気孔径は、 $10\mu m$ 以下が望ましい。 $200^\circ C$ 以上での反り量が小さ

くなるからである。

【 0 0 2 6 】

気孔率や最大気孔の気孔径は、焼結時の加圧時間、圧力、温度、S i CやB Nなどの添加物で調整する。S i CやB Nは焼結を阻害するため、気孔を導入させることができる。

【 0 0 2 7 】

最大気孔の気孔径を測定する際には、試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、2 0 0 0 ~ 5 0 0 0 倍の倍率で表面を電子顕微鏡で1 0箇所撮影する。そして、撮影された写真で最大の気孔径を選び、5 0ショットの平均を最大気孔の気孔径とする。

【 0 0 2 8 】

上記気孔率はアルキメデス法により測定する。焼結体を粉碎して有機溶媒中あるいは水銀中に粉碎物を入れて体積を測定し、粉碎物の重量と体積から真比重を求め、真比重と見かけの比重とから気孔率を計算するのである。

高温での熱伝導率の低下、反りの発生を抑制することができるからである。

【 0 0 2 9 】

上記セラミック基板は、明度がJ I S Z 8 7 2 1の規定に基づく値でN 4以下のものであることが望ましい。このような明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。また、このようなセラミック基板は、サーモビュアにより、正確な表面温度測定が可能となる。

【 0 0 3 0 】

ここで、明度のNは、理想的な黒の明度を0とし、理想的な白の明度を1 0とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚がなど歩度となるように各色を1 0分割し、N 0 ~ N 1 0の記号で表示したものである。

そして、実際の測定は、N 0 ~ N 1 0に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点1位は0または5とする。

【 0 0 3 1 】

このような特性を有するセラミック基板は、セラミック基板中にカーボンを1 0 0 ~ 5 0 0 0 p p m含有させることにより得られる。カーボンには、非晶質のも

のと結晶質のものとはがあり、非晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における体積抵抗率の低下を抑制することでき、結晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における熱伝導率の低下を抑制することができるため、その製造する基板の目的などに応じて適宜カーボンの種類を選択することができる。

【 0 0 3 2 】

非晶質のカーボンは、例えば、C、H、Oだけからなる炭化水素、好ましくは、糖類を、空气中で焼成することにより得ることができ、結晶質のカーボンとしては、グラファイト粉末などを用いることができる。

また、アクリル系樹脂を不活性雰囲気下で熱分解させた後、加熱加圧することによりカーボンを得ることができるが、このアクリル系樹脂の酸価を変化させることにより、結晶性（非晶性）の程度を調整することもできる。

【 0 0 3 3 】

また、セラミック基板の厚さは、2 0 m m以下であることが望ましい。セラミック基板の厚さが2 0 m mを超えると、セラミック基板の熱容量が大きすぎる場合があり、特に、温度制御手段を設けて加熱、冷却すると、熱容量の大きさに起因して温度追従性が低下するからである。また、その厚さは、0 . 5 m m以上であることが望ましい。0 . 5 m mより薄いと、セラミック基板の強度自体が低下するため破損しやすくなる。より望ましくは、1 . 5 m mを超え5 m m以下である。5 m mより厚くなると、熱が伝搬しにくくなり、加熱の効率が低下する傾向が生じ、一方、1 . 5 m m以下であると、セラミック基板中を伝搬する熱が十分に拡散しないため加熱面に温度のばらつきが発生することがあり、また、セラミック基板の強度が低下して破損する場合があるからである。

【 0 0 3 4 】

上記セラミック基板は、その直径は1 9 0 m mを超えるものが望ましい。特に1 2 インチ（3 0 0 m m）以上であることが望ましい。次世代のシリコンウエハの主流となるからである。

また、セラミック基板は、円板であることが望ましい。通常、シリコンウエハなどの円形の被加熱物を加熱するからである。

【 0 0 3 5 】

本発明では、必要に応じて、セラミック基板に熱電対を埋め込んでおくことができる。熱電対により抵抗発熱体の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、温度を制御することができるからである。

【0036】

上記熱電対の金属線の接合部位の大きさは、各金属線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。

上記熱電対としては、例えば、JIS-C-1602(1980)に挙げられるように、K型、R型、B型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。

【0037】

本発明のセラミック基板において、導電体として抵抗発熱体が形成された場合には、上記セラミック基板は、セラミックヒータ(ホットプレート)として機能する。

【0038】

図1は、本発明のセラミック基板の一実施形態であるセラミックヒータの一例を模式的に示す底面図であり、図2は、図1に示すセラミックヒータの一例を模式的に示す部分拡大断面図である。このセラミックヒータでは、セラミック基板の底面に抵抗発熱体が形成されている。

【0039】

図1に示すように、セラミック基板11は、円板状に形成されており、このセラミック基板11の底面11bには、同心円形状からなる複数の抵抗発熱体12が形成されている。これら抵抗発熱体12は、互いに二重の同心円同士が一組の回路として、一本の線になるように形成され、これらの回路を組み合わせ、加熱面11aでの温度が均一になるように設計されている。

【0040】

また、図2に示すように、抵抗発熱体12には、酸化を防止するために金属被覆層12aが形成され、その両端に外部端子13が半田など(図示せず)を用いて

接合されている。また、この外部端子 1 3 には、配線を備えたソケット 1 7 0 が取り付けられ、電源などとの接続が図られるようになっている。

【0 0 4 1】

セラミック基板 1 1 には、測温素子 1 8 を挿入するための有底孔 1 4 が形成され、この有底孔 1 4 の内部には、熱電対などの測温素子 1 8 が埋設されている。また、中央に近い部分には、リフターピン 1 6 を挿通するための貫通孔 1 5 が設けられている。

【0 0 4 2】

このリフターピン 1 6 は、その上にシリコンウエハ 9 を載置して上下させることができるようになっており、これにより、シリコンウエハ 9 を図示しない搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウエハ 9 を受け取ったりすることができるとともに、シリコンウエハ 9 をセラミック基板 1 1 の加熱面 1 1 a に載置して加熱したり、シリコンウエハ 9 を加熱面 1 1 a から 5 0 ~ 2 0 0 0 μ m 離間させた状態で支持し、加熱することができるようになっている。

【0 0 4 3】

また、セラミック基板 1 1 に貫通孔や凹部を設け、この貫通孔または凹部に先端が尖塔状または半球状の支持ピンでシリコンウエハ 9 を支持することにより、加熱面 1 1 a から 5 0 ~ 2 0 0 0 μ m 離間させた状態で加熱してもよい。

【0 0 4 4】

このようなセラミックヒータ 1 0 において、セラミック基板 1 1 は、上述した本発明のセラミック基板と同様に、その曲げ強度を高いレベルに保ち、シリコンウエハ 9 にパーティクルが付着することを防止するため、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径が 3 μ m 以下になるように調整されている。

【0 0 4 5】

図 3 は、本発明のセラミック基板の他の実施形態である、セラミック基板の内部に抵抗発熱体が形成されたセラミックヒータの抵抗発熱体の近傍を模式的に示した部分拡大断面図である。

【0 0 4 6】

図示はしていないが、図 1 に示すセラミックヒータ 1 0 と同様に、セラミック基板 2 1 は、円板形状に形成されており、抵抗発熱体 2 2 は、セラミック基板 2 1 の内部に、図 1 に示すパターンと同様のパターン、すなわち、同心円形状からなり、互いに近い二重の同心円同士が一組の回路となったパターンで形成されている。

【 0 0 4 7 】

また、抵抗発熱体 2 2 の端部の直下には、スルーホール 2 8 が形成され、さらに、このスルーホール 2 8 を露出させる袋孔 2 7 が底面 2 1 b に形成され、袋孔 3 7 には外部端子 2 3 が挿入され、ろう材 2 4 で接合されている。

また、図 3 には示していないが、外部端子 2 3 には、例えば、導電線を有するソケットが取り付けられ、この導電線は電源などと接続されている。

【 0 0 4 8 】

このような内部に抵抗発熱体 2 2 が形成されたセラミックヒータ 2 0 においても、セラミック基板 2 1 は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径が $3 \mu\text{m}$ 以下になるように調整されている。

【 0 0 4 9 】

本発明のセラミック基板において、セラミック基板の表面に抵抗発熱体を設ける場合は、加熱面は抵抗発熱体形成面の反対側であることが望ましい。セラミック基板が熱拡散の役割を果たすため、加熱面の温度均一性を向上させることができるからである。

【 0 0 5 0 】

また、上記抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する場合は、上記抵抗発熱体は、加熱面の反対側の面から厚さ方向に 6 0 % 以下の位置に形成されていることが望ましい。6 0 % を超えると、加熱面に近すぎるため、上記セラミック基板内を伝搬する熱が十分に拡散されず、加熱面に温度のばらつきが発生してしまうからである。

【 0 0 5 1 】

抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する場合には、抵抗発熱体形成層を複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは、相互に補完するようにどこ

かの層に抵抗発熱体が形成され、加熱面の上方から見ると、どの領域にもパターンが形成されている状態が望ましい。このような構造としては、例えば、互いに千鳥の配置になっている構造が挙げられる。なお、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に設け、かつ、その抵抗発熱体を一部露出させてもよい。

【 0 0 5 2 】

上記抵抗発熱体は、少なくとも2以上の回路に分割されていることが望ましい。回路を分割することにより、各回路に投入する電力を制御して発熱量を変えることができ、シリコンウエハなどを加熱する加熱面の温度を調整することができるからである。

【 0 0 5 3 】

抵抗発熱体のパターンとしては、例えば、同心円、渦巻き、偏心円、屈曲線などが挙げられるが、セラミック基板全体の温度を均一にすることができる点から、図1に示すような同心円状のものか、または、同心円形状と屈曲形状とを組み合わせたものが好ましい。

【 0 0 5 4 】

抵抗発熱体をセラミック基板の表面に形成する場合には、金属粒子を含む導体ペーストをセラミック基板の表面に塗布して所定パターンの導体ペースト層を形成した後、これを焼き付け、セラミック基板の表面で金属粒子を焼結させる方法が好ましい。なお、金属の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミックとが融着していれば充分である。

【 0 0 5 5 】

セラミック基板の表面に抵抗発熱体を形成する場合には、抵抗発熱体の厚さは、 $1 \sim 30 \mu\text{m}$ が好ましく、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ がより好ましい。また、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を形成する場合には、その厚さは、 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましい。

【 0 0 5 6 】

また、セラミック基板の表面に抵抗発熱体を形成する場合には、抵抗発熱体の幅は、 $0.1 \sim 20 \text{mm}$ が好ましく、 $0.1 \sim 5 \text{mm}$ がより好ましい。また、セラミック基板の内部に抵抗発熱体を形成する場合には、抵抗発熱体の幅は、 $5 \sim 2$

0 mm が好ましい。

【 0 0 5 7 】

抵抗発熱体は、その幅や厚さにより抵抗値に変化を持たせることができるが、上記した範囲が最も実用的である。抵抗値は、薄く、また、細くなる程大きくなる。抵抗発熱体は、セラミック基板の内部に形成した場合の方が、厚み、幅とも大きくなるが、抵抗発熱体を内部に設けると、加熱面と抵抗発熱体との距離が短くなり、加熱面の温度の均一性が低下するため、抵抗発熱体自体の幅を広げる必要があること、内部に抵抗発熱体を設けるために、窒化物セラミックなどとの密着性を考慮する必要性がないため、タングステン、モリブデンなどの高融点金属やタングステン、モリブデンなどの炭化物を使用することができ、抵抗値を高くすることが可能となるため、断線などを防止する目的で厚み自体を厚くしてもよい。そのため、抵抗発熱体は、上記した厚みや幅とすることが望ましい。

【 0 0 5 8 】

抵抗発熱体は、断面形状が矩形であっても楕円であってもよいが、扁平であることが望ましい。扁平の方が加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面の温度分布ができにくいからである。

断面のアスペクト比（抵抗発熱体の幅／抵抗発熱体の厚さ）は、10～5000であることが望ましい。

この範囲に調整することにより、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることができるとともに、加熱面の温度の均一性を確保することができるからである。

【 0 0 5 9 】

抵抗発熱体の厚さを一定とした場合、アスペクト比が上記範囲より小さいと、セラミック基板の加熱面方向への熱の伝搬量が小さくなり、抵抗発熱体のパターンに近似した熱分布が加熱面に発生してしまい、逆にアスペクト比が大きすぎると抵抗発熱体の中央の直上部分が高温となってしまう、結局、抵抗発熱体のパターンに近似した熱分布が加熱面に発生してしまう。従って、温度分布を考慮すると、断面のアスペクト比は、10～5000であることが好ましいのである。

【 0 0 6 0 】

抵抗発熱体をセラミック基板の表面に形成する場合は、アスペクト比を10～2

00、抵抗発熱体12をセラミック基板の内部に形成する場合は、アスペクト比を200～5000とすることが望ましい。

抵抗発熱体は、セラミック基板の内部に形成した場合の方が、アスペクト比が大きくなるが、これは、抵抗発熱体を内部に設けると、加熱面と抵抗発熱体との距離が短くなり、表面の温度均一性が低下するため、抵抗発熱体自体を偏平にする必要があるからである。

【0061】

上記導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するための金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

【0062】

上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0063】

これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、0.1～100 μ mが好ましい。0.1 μ m未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、100 μ mを超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

【0064】

上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってもよい。

上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、抵抗発熱体と窒化物セラミックなどとの密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができると有利である。

【0065】

導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などが挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコールなどが挙げられる。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。

【 0 0 6 6 】

導体ペーストには、金属粒子に金属酸化物を添加し、抵抗発熱体と金属粒子および金属酸化物とを焼結させたものとするのが望ましい。このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、セラミック基板である窒化物セラミックなどと金属粒子とをより密着させることができる。

【 0 0 6 7 】

金属酸化物を混合することにより、窒化物セラミックなどとの密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や窒化物セラミックなどの表面は、わずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックなどが密着するのではないかと考えられる。また、セラミック基板を構成するセラミックが酸化物セラミックの場合は、当然に表面が酸化物からなるので、密着性に優れた導電体が形成される。

【 0 0 6 8 】

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なくとも1種が好ましい。

【 0 0 6 9 】

これらの酸化物は、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックなどとの密着性を改善することができるからである。

【 0 0 7 0 】

上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合、重量比で、酸化鉛が1～10、シリカが1～30、酸化ホウ素が5～50、酸化亜鉛が20～70、アルミナが1～10、イットリアが1～50、チタニアが1～50であって、その合計が100重量部を超えない範囲で調整されていることが望まし

い。

これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特に窒化物セラミックなどとの密着性を改善することができる。

【 0 0 7 1 】

上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1重量%以上10重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して抵抗発熱体12を形成した際の面積抵抗率は、1～45 mΩ/□が好ましい。

【 0 0 7 2 】

面積抵抗率が45 mΩ/□を超えると、印加電圧量に対して発熱量は大きくなりすぎて、セラミック基板の表面に抵抗発熱体を設けたセラミック基板では、その発熱量を制御しにくいからである。なお、金属酸化物の添加量が10重量%以上であると、面積抵抗率が50 mΩ/□を超えてしまい、発熱量が大きくなりすぎて温度制御が難しくなり、温度分布の均一性が低下する。

【 0 0 7 3 】

抵抗発熱体がセラミック基板の表面に形成される場合には、抵抗発熱体の表面部分に、金属被覆層が形成されていることが望ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化するのを防止するためである。形成する金属被覆層の厚さは、0.1～10 μmが好ましい。

【 0 0 7 4 】

金属被覆層を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。

【 0 0 7 5 】

抵抗発熱体には、電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して抵抗発熱体に取り付けるが、ニッケルは、半田の熱拡散を防止するからである。接続端子としては、例えば、コパール製のものが挙げられる。

【 0 0 7 6 】

なお、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に形成する場合には、抵抗発熱体表面

が酸化されることがないため、被覆は不要である。抵抗発熱体をセラミック基板内部に形成する場合、抵抗発熱体の一部が表面に露出していてもよく、抵抗発熱体を接続するためのスルーホールが端子部分に設けられ、このスルーホールに外部端子が接続、固定されていてもよい。

【0077】

外部端子を接続する場合、半田としては、銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、 $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましい。半田による接続を確保するのに十分な範囲だからである。

【0078】

本発明のセラミック基板の内部に形成された導電体が静電電極である場合には、このセラミック基板は、静電チャックとして機能する。

図4 (a) は、静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、(b) は、(a) に示した静電チャックのA-A線断面図である。

【0079】

この静電チャック60では、セラミック基板61の内部にチャック正負電極層62、63が埋設され、その電極上にセラミック誘電体膜64が形成されている。また、セラミック基板61の内部には、抵抗発熱体66が設けられ、シリコンウエハ29を加熱することができるようになっている。なお、セラミック基板61には、必要に応じて、RF電極が埋設されていてもよい。

【0080】

また、(b) に示すように、静電チャック60は、通常、平面視円形状に形成されており、セラミック基板61の内部に図4に示す半円弧状部62aと櫛歯部62bとからなるチャック正極静電層62と、同じく半円弧状部63aと櫛歯部63bとからなるチャック負極静電層63とが、互いに櫛歯部62b、63bを交差するように対向して配置されている。

【0081】

この静電チャックを使用する場合には、チャック正極静電層62とチャック負極静電層63とにそれぞれ直流電源の+側と-側とを接続し、直流電圧を印加する。これにより、この静電チャック上に載置されたシリコンウエハが静電的に吸

着されることになる。

【 0 0 8 2 】

図 5 および図 6 は、他の静電チャックにおける静電電極を模式的に示す水平断面図であり、図 5 に示す静電チャック 7 0 では、セラミック基板 7 1 の内部に半円形状のチャック正極静電層 7 2 とチャック負極静電層 7 3 とが形成されており、図 6 に示す静電チャック 8 0 では、セラミック基板 8 1 の内部に円を 4 分割した形状のチャック正極静電層 8 2 a、8 2 b とチャック負極静電層 8 3 a、8 3 b とが形成されている。また、2 枚のチャック正極静電層 8 2 a、8 2 b および 2 枚のチャック負極静電層 8 3 a、8 3 b は、それぞれ交差するように形成されている。

【 0 0 8 3 】

なお、円形などの電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5 分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。

【 0 0 8 4 】

次に、本発明のセラミック基板の表面にチャックトップ導電体を設け、内部に、導電体としてガード電極やグランド電極を形成した場合には、上記セラミック基板は、ウエハプローバ用チャックトップ板として機能する。

【 0 0 8 5 】

図 7 は、本発明のセラミック基板の一例であるウエハプローバ用チャックトップ板（以下、単にウエハプローバともいう）を模式的に示す断面図であり、図 8 は、その平面図であり、図 9 は、図 8 に示したウエハプローバにおける A - A 線断面図である。

【 0 0 8 6 】

このウエハプローバ 1 0 1 では、平面視円形状のセラミック基板 3 の表面に同心円形状の溝 7 が形成されるとともに、溝 7 の一部にシリコンウエハを吸着するための複数の吸引孔 8 が設けられており、溝 7 を含むセラミック基板 3 の大部分にシリコンウエハの電極と接続するためのチャックトップ導電体 2 が円形状に形成されている。

【 0 0 8 7 】

一方、セラミック基板 3 の底面には、シリコンウエハの温度をコントロールするために、図 1 に示すような同心円形状のパターンと屈曲線状のパターンとを組み合わせた抵抗発熱体 4 1 が設けられており、抵抗発熱体 4 1 の両端に形成された端子部には、外部端子が接続、固定されている。また、セラミック基板 3 の内部には、ストレイキャパシタやノイズを除去するために図 9 に示すような格子形状のガード電極 5 とグランド電極 6 とが設けられている。なお、ガード電極 5 に矩形形状の電極非形成部 5 2 が設けられているのは、ガード電極 5 を挟んだ上下のセラミック基板を互いに接着させるためである。

【 0 0 8 8 】

このような構成のウエハプローバでは、その上に集積回路が形成されたシリコンウエハを載置した後、このシリコンウエハにテストピンを持つプローブカードを押しつけ、加熱、冷却しながら電圧を印加して、回路が正常に動作するか否かをテストする導通テストを行うことができる。

【 0 0 8 9 】

次に、本発明のセラミック基板の製造方法について説明する。

ここでは、本発明のセラミック基板の製造方法の一例として、セラミックヒータとして機能する底面に抵抗発熱体が形成されたセラミックヒータ（図 1、2 参照）の製造方法について、図 1 0 （a）～（d）に基づいて説明する。

【 0 0 9 0 】

（1）セラミック基板の作製工程

平均粒子径 0. 2 ～ 1. 5 μm の窒化アルミニウムなどのセラミックの粉末に、必要に応じて、イットリア（ Y_2O_3 ）などの焼結助剤、Na、Ca を含む化合物、バインダなどを配合してスラリーを調製した後、このスラリーをスプレードライなどの方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧することにより板状などに成形し、生成形体（グリーン）を作製する。

なお、イットリアを添加する場合の添加量は、0. 3 重量％以下が好ましい。

このような焼結法の他に CVD 法により、基材上に厚い膜を形成し、基材を切断して CVD 法により形成したセラミック基板が得られる。

例えば、黒鉛基材にハロゲン化有機シランを還元性ガス雰囲気下で 1 0 0 0 ～ 1

500℃で熱分解させてSiCを堆積させて、基材を切断除去することでSiC基板が得られる。このようなSiC基板は平均粒子径が0.5～1μmと非常に微細である。原料ガスとして、 $\text{CH}_3\text{SiCl}_3/\text{H}_2$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2/\text{H}_2$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}/\text{H}_2$ 、 $(\text{CH}_3)_4\text{Si}/\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{SiHCl}_2/\text{H}_2$ 、 SiCl_4 、 CH_3/H_2 、 SiCl_4 、 $\text{C}_3\text{H}_8/\text{H}_2$ 、 SiCl_4 、 $\text{C}_6\text{H}_{14}/\text{H}_2$ 等である。キャリアガスは、水素、アルゴンなどである。流量は、2～3.5リットル/分である。

【0091】

次に、生成形体に、必要に応じて、シリコンウエハ9などの被加熱物を運搬などするためのリフターピン16を挿入する貫通孔15となる部分や熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔14となる部分などを形成する。

【0092】

次に、この生成形体を加熱、焼成して焼結させ、セラミック製の板状体を製造する。この後、所定の形状に加工することにより、セラミック基板11を作製する(図10(a)参照)が、焼成後にそのまま使用することができる形状としてもよい。また、例えば、上下より加圧しながら加熱、焼成を行うことにより、気孔のないセラミック基板11を製造することが可能となる。加熱、焼成は、例えば、窒化物セラミックでは、焼成温度は、1700～1800℃の低温が好ましく、加圧の圧力は、10～25MPaが好ましい。

このようにして製造されたセラミック基板11は、粒子同士が強固に結合しているため、破壊時に粒子内破壊の性状を呈する。また、低温で焼成を行っているため、粒成長は進行しにくく、セラミック基板を構成するセラミック粒子の平均粒子径は3μm以下となる。

【0093】

なお、通常は、焼成を行った後に、貫通孔15や測温素子を挿入するための有底孔14を設ける。貫通孔15などは、表面研磨後に、SiC粒子などを用い、サンドブラストなどのブラスト処理を行うことにより形成することができる。

【0094】

(2) セラミック基板に導体ペーストを印刷する工程

導体ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導体ペーストをスクリーン印刷などを用い、抵抗発熱体を設けようとする部分に印刷を行うことにより、導体ペースト層を形成する。抵抗発熱体は、セラミック基板全体を均一な温度にする必要があることから、図 1 に示すような同心円形状からなるパターンに印刷することが望ましい。

導体ペースト層は、焼成後の抵抗発熱体 1 2 の断面が、方形で、偏平な形状となるように形成することが望ましい。

【 0 0 9 5 】

(3) 導体ペーストの焼成

セラミック基板 1 1 の底面に印刷した導体ペースト層を加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させ、セラミック基板 1 1 の底面に焼き付け、抵抗発熱体 1 2 を形成する（図 1 0 (b) 参照）。加熱焼成の温度は、5 0 0 ~ 1 0 0 0 ℃ が好ましい。

導体ペースト中に上述した金属酸化物を添加しておくこと、金属粒子、セラミック基板および金属酸化物が焼結して一体化するため、抵抗発熱体とセラミック基板との密着性が向上する。

【 0 0 9 6 】

(4) 金属被覆層の形成

通常、抵抗発熱体 1 2 表面に、抵抗発熱体 1 2 の酸化などを防止するために金属被覆層 1 2 a を設ける（図 1 0 (c) 参照）。金属被覆層 1 2 a は、電解めっき、無電解めっき、スパッタリングなどにより形成することができるが、量産性を考慮すると、無電解めっきが最適である。

【 0 0 9 7 】

(5) 端子などの取り付け

抵抗発熱体 1 2 のパターンの端部に電源との接続のための端子（外部端子 1 3）を半田層 1 7 0 を介して取り付ける（図 1 0 (d) 参照）。また、有底孔 1 4 に熱電対を入れ、ポリイミドなどの耐熱樹脂などを用いて封止し、セラミックヒータの製造を終了する。

【 0 0 9 8 】

このような底面に抵抗発熱体を有するセラミック基板を製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャックを製造することができ、また、加熱面にチャックトップ導体層を設け、セラミック基板の内部にガード電極やグランド電極を設けることによりウエハプロローバ用チャックトップ板を製造することができる。

【 0 0 9 9 】

次に、本発明のセラミック基板の内部に抵抗発熱体が形成されたセラミックヒータ（図 3 参照）の製造方法について、図 1 1（a）～（d）に基づいて説明する。

（1）セラミック基板の作製工程

まず、平均粒子径 0. 2 ～ 1. 5 μ m の窒化物セラミックなどのセラミックの粉末をバインダ、溶剤などと混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。

【 0 1 0 0 】

上述したセラミック粉末としては、例えば、窒化アルミニウムなどを使用することができ、必要に応じて、イットリアなどの焼結助剤、N a、C a を含む化合物などを加えてもよい。

イットリアを添加する場合の添加量は、0. 3 重量％以下が好ましい。

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニラールから選ばれる少なくとも 1 種が望ましい。

【 0 1 0 1 】

さらに溶媒としては、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも 1 種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート 5 0 を作製する。

グリーンシート 5 0 の厚さは、0. 1 ～ 5 m m が好ましい。

【 0 1 0 2 】

次に、得られたグリーンシート 5 0 に、必要に応じて、シリコンウエハなどの被加熱物を運搬などするためのリフターピンを挿入する貫通孔 2 5 となる部分、熱

電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分、抵抗発熱体を外部端子と接続するためのスルーホール 2 8 となる部分などを形成する。後述するグリーンシート積層体を形成した後に、上記加工を行ってもよい。

【 0 1 0 3 】

(2) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

グリーンシート 5 0 上に、抵抗発熱体を形成するための金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導体ペーストを印刷し、導体ペースト層 2 2 0 を形成し、貫通項にスルーホール 2 8 用の導体ペースト充填層 2 8 0 を形成する。

これらの導体ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

【 0 1 0 4 】

タングステン粒子またはモリブデン粒子の平均粒子径は、0. 1 ~ 5 μ m が好ましい。平均粒子径が 0. 1 μ m 未満であるか、5 μ m を超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック粒子 8 5 ~ 8 7 重量部；アクリル系、エチルセルローズ、ブチルセロソルブ、ポリビニラールから選ばれる少なくとも 1 種のバインダ 1. 5 ~ 1 0 重量部；および、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも 1 種の溶媒を 1. 5 ~ 1 0 重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

【 0 1 0 5 】

(3) グリーンシートの積層工程

導体ペーストを印刷していないグリーンシート 5 0 を、導体ペーストを印刷したグリーンシート 5 0 の上下に積層する（図 1 1 (a) 参照）。

このとき、導体ペーストを印刷したグリーンシート 5 0 が積層したグリーンシートの厚さに対して、底面から 6 0 % 以下の位置になるように積層する。

具体的には、上側のグリーンシートの積層数は 2 0 ~ 5 0 枚が、下側のグリーンシートの積層数は 5 ~ 2 0 枚が好ましい。

【 0 1 0 6 】

(4) グリーンシート積層体の焼成工程

グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシート中のセラミック粉末および内部の導体ペースト中の金属などを焼結させる（図 1 1 (b) 参照）。

例えば、窒化物セラミックでは、加熱温度は、1 7 0 0 ~ 1 7 5 0 ℃が好ましく、加圧の圧力は、1 0 ~ 2 5 M P a が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素などを使用することができる。

このようにして製造されたセラミック基板 2 1 は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径は 3 μ m 以下となる。

【 0 1 0 7 】

なお、通常は、焼成を行った後に、測温素子を挿入するための有底孔やリフターピンを挿通するための貫通孔 2 5、スルーホール 2 8 を露出させる袋孔 2 7 を形成する（図 1 1 (c) 参照）。貫通孔 2 5 や有底孔は、表面研磨後に、サンドブラストなどをブラスト処理を行うことにより形成することができる。

【 0 1 0 8 】

(5) 端子などの取付け

内部の抵抗発熱体 2 2 と接続するため、スルーホール 2 8 の露出した部分に半田ペーストなどを塗布した後、袋孔 2 7 の内部に外部端子 2 3 を挿入し、加熱、リフローすることにより外部端子 2 3 を接続する（図 1 1 (d) 参照）。

さらに、測温素子としての熱電対などを有底孔に挿入し、ポリイミドなどの耐熱性樹脂などで封止し、セラミックヒータの製造を終了する。

【 0 1 0 9 】

上記セラミックヒータでは、その上にシリコンウエハなどを載置するか、または、シリコンウエハなどを支持ピンで保持させた後、シリコンウエハなどの加熱や冷却を行いながら、種々の操作を行うことができる。

【 0 1 1 0 】

上記セラミックヒータを製造する際に、セラミック基板の内部に静電電極を設けることにより静電チャックを製造することができ、また、加熱面にチャックトップ導体層を設け、セラミック基板の内部にガード電極やグランド電極を設けることによりウエハプロローバ用チャックトップ板を製造することができる。

【 0 1 1 1 】

セラミック基板の内部に電極を設ける場合には、抵抗発熱体を形成する場合と同様にグリーンシートの表面に導体ペースト層を形成すればよい。また、セラミック基板の表面に導体層を形成する場合には、スパッタリング法やめっき法を用いることができ、これらの併用してもよい。

【 0 1 1 2 】

【実施例】

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

（実施例 1）外部に抵抗発熱体を有するセラミックヒータの製造（図 1 0 参照）

(1) 窒化アルミニウム粉末（平均粒径：0.6 μm ）100重量部、イットリア（平均粒径：0.4 μm ）0.3重量部、アクリルバイнда12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

【 0 1 1 3 】

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体（グリーン）を得た。

【 0 1 1 4 】

(3) 加工処理の終わった生成形体を1700℃、圧力：20MPaでホットプレスし、厚さがほぼ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。

次に、この板状体から直径210mmの円板体を切り出し、セラミック製の板状体（セラミック基板11）とした。この成形体にドリル加工を施し、シリコンウエハのリフターピン16を挿入する貫通孔15となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分（直径：1.1mm、深さ：2mm）を形成した（図10（a））。

【 0 1 1 5 】

(4) 上記(3)で得た板状体に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示すような同心円状のパターンとした。

上記導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

この導体ペーストは、銀-鉛ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛

(5 重量%)、酸化亜鉛 (5 5 重量%)、シリカ (1 0 重量%)、酸化ホウ素 (2 5 重量%) およびアルミナ (5 重量%) からなる金属酸化物を 7. 5 重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が $4. 5 \mu\text{m}$ で、リン片状のものであった。

【0 1 1 6】

(5) 次に、導体ペーストを印刷したセラミック基板 1 1 を 780°C で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにセラミック基板 1 1 に焼き付け、抵抗発熱体 1 2 を形成した (図 1 0 (b))。銀-鉛の抵抗発熱体は、厚さが $5 \mu\text{m}$ 、幅 $2. 4 \text{ mm}$ 、面積抵抗率が $7. 7 \Omega/\square$ であった。

【0 1 1 7】

(6) 硫酸ニッケル 80 g/l 、次亜リン酸ナトリウム 24 g/l 、酢酸ナトリウム 12 g/l 、ほう酸 8 g/l 、塩化アンモニウム 6 g/l の濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記 (5) で作製したセラミック基板 1 1 を浸漬し、銀-鉛の抵抗発熱体 1 2 の表面に厚さ $1 \mu\text{m}$ の金属被覆層 (ニッケル層) 1 2 a を析出させた (図 1 0 (c))。

【0 1 1 8】

(7) 電源との接続を確保するための外部端子 1 3 を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、 Ag-Sn 半田ペースト (田中貴金属社製) を印刷して半田層を形成した。

次いで、半田層の上にコパール製の外部端子 1 3 を載置して、 700°C で加熱リフローし、外部端子 1 3 を抵抗発熱体 1 2 の表面に取り付けた (図 1 0 (d))

。

【0 1 1 9】

(8) 温度制御のための熱電対をポリイミドで封止し、セラミックヒータ 1 0 を得た。

【0 1 2 0】

(実施例 2) 内部に抵抗発熱体を有するセラミックヒータの製造 (図 1 1 参照)

(1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製 平均粒径: $0. 6 \mu\text{m}$) 1 0 0 重量部、イットリア (平均粒径: $0. 4 \mu\text{m}$) 0. 2 重量部、アクリルバインダ 1 1

． 5 重量部、分散剤 0． 5 重量部および 1 - ブタノールとエタノールとからなるアルコール 5 3 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行って、厚さ 0． 4 7 mm のグリーンシートを得た。

【 0 1 2 1 】

(2) 次に、このグリーンシートを 8 0 ℃ で 5 時間乾燥させた後、パンチングにより抵抗発熱体と端子ピンとを接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

【 0 1 2 2 】

(3) 平均粒径 1 μ m のタングステンカーバイド粒子 1 0 0 重量 1、アクリル系バインダ 3． 0 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3． 5 重量部および分散剤 0． 3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

【 0 1 2 3 】

平均粒径 3 μ m のタングステン粒子 1 0 0 重量部、アクリル系バインダ 1． 9 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3． 7 重量部および分散剤 0． 2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

この導体ペースト A をグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、図 1 に示すような同心円パターンとした。また、端子ピンを接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペースト B を充填した。

【 0 1 2 4 】

上記処理の終わったグリーンシート 5 0 に、さらに、タングステンペーストを印刷しないグリーンシート 5 0 を上側（加熱面）に 3 7 枚、下側に 1 3 枚、1 3 0 ℃、8 MP a（8 0 k g f / c m²）の圧力で積層した（図 1 1（a））。

【 0 1 2 5 】

(4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、6 0 0 ℃ で 5 時間脱脂し、1 7 5 0 ℃、圧力 1 5 MP a（1 5 0 k g f / c m²）で 3 時間ホットプレスし、厚さがほぼ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを 2 1 5 mm の円板状に切り出し、内部に厚さ 6 μ m、幅 1 0 mm の導電体を有するセラミック基板を得た（図 1 1（b））。

この後、ドリル加工により、リフターピンを挿通する貫通孔 2 5 および有底孔（

直径：1.2 mm、深さ：2.0 mm）を設けた。

【0126】

(5) 次に、スルーホール用の貫通孔の一部をえぐり取って袋孔27とし（図11（c））、この袋孔27にNi-Auからなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコパール製の端子ピンを接続させた（図11（d））。また、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、その内部に導電体として抵抗発熱体を有するセラミックヒータの製造を完了した。

【0127】

（実施例3） イットリア無添加のセラミックヒータの製造

(1) 窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製 平均粒径：0.6 μm）100重量部、アクリルバイнда11.5重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行って、厚さ0.47 mmのグリーンシートを得た。

【0128】

(2) 次に、このグリーンシートを80℃で5時間乾燥させた後、パンチングにより抵抗発熱体と端子ピンとを接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

(3) 平均粒径1 μmのタングステンカーバイト粒子100重量部、アクリル系バイнда3.0重量部、α-テルピネオール溶媒3.5重量部および分散剤0.3重量部を混合して導体ペーストAを調製した。

平均粒径3 μmのタングステン粒子100重量部、アクリル系バイнда1.9重量部、α-テルピネオール溶媒3.7重量部および分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBを調製した。

この導体ペーストAをグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、図1に示すような同心円パターンとした。また、端子ピンを接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペーストBを充填した。

上記処理の終わったグリーンシート50に、さらに、導体ペーストを印刷しないグリーンシート50を上側（加熱面）に37枚、下側に13枚、130℃、8M

Pa (80 kgf/cm^2) の圧力で積層した。

【0129】

(4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、 600°C で5時間脱脂し、 1750°C 、圧力 15 MPa (150 kgf/cm^2) で3時間ホットプレスし、厚さがほぼ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを 215 mm の円板状に切り出し、内部に厚さ $6 \mu\text{m}$ 、幅 10 mm の導電体を有するセラミック基板を得た。

この後、ドリル加工により、リフターピンを挿通する貫通孔 25 および有底孔（直径： 1.2 mm 、深さ： 2.0 mm ）を設けた。

【0130】

(5) 次に、スルーホール用の貫通孔の一部をえぐり取って袋孔 27 とし、この袋孔 27 に Ni-Au からなる金ろうを用い、 700°C で加熱リフローしてコパール製の端子ピンを接続させた。また、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、その内部に導電体として抵抗発熱体を有するセラミックヒータの製造を完了した。

【0131】

（実施例4）

(1) 等方性黒鉛材料（イビデン株式会社製 商品名 T-4 ）を、直径 250 mm の円板に成形し、 2000°C のハロゲンガスで高純度処理し、黒鉛からなる基材を作製した。

(2) この基材を CVD 装置内にセットし、温度 1350°C 、真空度 150 Torr の条件下、反応性ガスとしてメチルクロロシラン、キャリアガスとして水素を供給し、熱分解させることで厚さ 5 mm の SiC 膜（板状体）を形成した。

(3) 次に、 SiC 膜（板状体）をダイヤモンドカッターで黒鉛基材から分離し、両面を研磨して厚さ 3 mm の SiC 基板用のセラミック構造体を得た。このセラミック構造体を構成する SiC 粒子は、平均粒子径 $1.1 \mu\text{m}$ であった。

【0132】

(4) 次に、この炭化珪素製のセラミック構造体に、窒素ガス中、 1600°C で3時間、アニーリング処理を施し、この後、この板状体から直径 210 mm の円板体を切り出し、セラミック製の板状体（セラミック基板 11 ）とした。

さらに、表面にガラスペースト（昭栄化学工業製 G-5270）塗布し、その後、600℃で加熱して、熔融し、表面に厚さ2 μm の SiO_2 層を形成した。次に、このセラミック基板にドリル加工および切削部材による加工を施し、リフターピンを挿入する貫通孔15、シリコンウエハを支持するリフターピンを挿入する貫通孔、熱電対を埋め込むための有底孔14（直径：1.1 mm、深さ：2 mm）を形成した。

【0133】

(5) 上記(4)で得たセラミック基板11の底面に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図1に示したような同心円形状パターンとした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

この導体ペーストは、銀-酸化鉛ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛（5重量%）、酸化亜鉛（55重量%）、シリカ（10重量%）、酸化ホウ素（25重量%）およびアルミナ（5重量%）からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が4.5 μm で、リン片状のものであった。

【0134】

(6) 次に、導体ペーストを印刷した焼結体を780℃で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともに焼結体に焼き付け、抵抗発熱体12を形成した。銀-鉛の抵抗発熱体12は、その端子部近傍で、厚さが5 μm 、幅が2.4 mm、面積抵抗率が7.7 $\text{m}\Omega/\square$ であった。

(7) 次に、表面にさらに前出のガラスペーストを塗布し、600℃で焼成して表面にガラスコートをした。

【0135】

（比較例1）表面に抵抗発熱体を有するセラミックヒータの製造

窒化アルミニウム粉末（平均粒子径：1.1 μm ）100重量部、イットリア（平均粒子径：0.4 μm ）4重量部、アクリルバインダ12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製し、生成形体

(グリーン)を得た後、温度：1800℃、圧力：20MPaで焼成処理を行った以外は、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造した。

【0136】

(比較例2)

焼成温度を1650℃としたこと以外は、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造した。

【0137】

(比較例3)

焼成温度を1950℃としたこと以外は、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造した。

【0138】

(比較例4)

(1) 炭化珪素粉末(屋久島電工製 ダイヤシック GC-15 平均粒子径1.1μm)100重量部、カーボン4重量部、アクリル系樹脂バインダ12重量部、B₄C5重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとおよびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体を得た。

(3) 加工処理の終わった生成形体を温度：1900℃、圧力：20MPaでホットプレスし、厚さが3mmの炭化珪素焼結体を得た。

以後、実施例4と同様にセラミック基板を作製し、抵抗発熱体等を形成することによりセラミックヒータを得た。

【0139】

実施例1～4および比較例1～4で製造したセラミックヒータについて、以下に記載する方法により、パーティクル数を測定するとともに、セラミック基板を構成するセラミック粒子の平均粒子径を測定し、破壊断面の状態を観察した。この際に撮影されたSEM写真を図12～14に示す。なお、図12は、実施例1の結果を示すSEM写真であり、図13は、実施例2の結果を示すSEM写真であ

り、図 1 4 は、比較例 1 の結果を示す S E M 写真である。また、図 1 5 は、焼成温度（焼結助剤量）と粒子径との関係を示すグラフである。

また、このセラミックヒータを構成するセラミック基板について、下記の方法により、熱伝導率、熱膨張係数、曲げ強度、および、破壊靱性値を測定した。その結果を下記の表 1 に示す。

【 0 1 4 0 】

評価方法

（ 1 ） パーティクル数の測定

セラミック基板の加熱面を下側に向けて、そのセラミック基板面の下側にシリコンウエハを置いておき、 J I S C 0 0 4 0 による 1 0 ～ 5 5 ヘルツの振動試験を実施した後、シリコンウエハの任意の 1 0 箇所を電子顕微鏡で観察撮影して粒子径 3 μ m 以上のものの個数を計測し、撮影視野面積で除した。

【 0 1 4 1 】

（ 2 ） 平均粒子径の測定

破壊断面を電子顕微鏡にて 5 0 0 0 倍で観察し、任意のセラミック粒子 2 0 個の直径を計測し、その値を平均した。

【 0 1 4 2 】

（ 3 ） 破壊断面の状態の観察

破壊断面を電子顕微鏡にて 8 0 0 0 倍で観察し、粒子内破壊であるか否かを確認した。

【 0 1 4 3 】

（ 4 ） 熱伝導率の測定

a. 使用機器

リガクレーザーフラッシュ法熱定数測定装置

L F / T C M - F A 8 5 1 0 B

b. 試験条件

温度・・・常温

雰囲気・・・真空

c. 測定方法

・比熱測定における温度検出は、試料裏面に銀ペーストで接着した熱電対（プラチネル）により行った。

・常温比熱測定はさらに試料上面に受光板（グラッシーカーボン）をシリコングリースを介して接着した状態で行い、試料の比熱（ C_p ）は、下記の計算式（1）により求めた。

【0144】

【数1】

$$C_p = \left\{ \frac{\Delta O}{\Delta T} - C_{p_{G.C}} \cdot W_{G.C} - C_{p_{S.G}} \cdot W_{S.G} \right\} \frac{1}{W} \quad \dots (1)$$

【0145】

上記計算式（1）において、 ΔO は、入力エネルギー、 ΔT は、試料の温度上昇の飽和値、 $C_{p_{G.C}}$ は、グラッシーカーボンの比熱、 $W_{G.C}$ は、グラッシーカーボンの重量、 $C_{p_{S.G}}$ は、シリコングリースの比熱、 $W_{S.G}$ は、シリコングリースの重量、 W は、試料の重量である。

【0146】

（5）曲げ強度の測定

強度の測定は、インストロン万能試験機（4507型 ロードセル：500kgf）を用い、温度が25℃の大気中、クロスヘッド速度：0.5mm/分、スパン距離L：30mm、試験片の厚さ：3.06mm、試験片の幅：4.03mmで実施し、以下の計算式（2）を用いて3点曲げ強度 σ （kgf/mm²）を算出した。なお、表1では、単位を換算して、MPaで表現している。

【0147】

$$\sigma = 3PL / 2wt^2 \quad \dots (2)$$

【0148】

上記計算式（2）中、 P は、試験片が破壊したときの最大荷重（kgf）であり、 L は、下支点間の距離（30mm）であり、 t は、試験片の厚さ（mm）であり、 w は、試験片の幅（mm）である。

【0149】

（6）破壊靱性値の測定

破壊靱性値は、ビッカース硬度計（明石製作所社製 MVK-D型）を用い、圧子を表面に圧入し、発生したクラック長さを測定し、これを以下の計算式（3）を用いて計算した。

$$\text{破壊靱性値} = 0.026 \times E^{1/2} \times 0.5 \times P^{1/2} \times a \times C^{-3/2} \dots (3)$$

ただし、Eは、ヤング率（ $3.18 \times 10^{11} \text{Pa}$ ）、Pは、押し込み荷重（98 N）、aは、圧痕対角線平均長さの半分（m）、Cは、クラックの長さの平均の半分（m）である。

【0150】

【表 1】

	パーティクル (個/cm ²)	平均粒子径 (μm)	破壊面	熱伝導率 (W/mk)	熱膨張係数 (×10 ⁻⁶ /°C)	曲げ強度 (MPa)	破壊靱性値 (MPa ^{1/2})
実施例 1	0.5	0.8	粒子内破壊	85	4.41	471.6	2.47
実施例 2	0.5	1.5	粒子内破壊	85	4.41	471.6	2.47
実施例 3	0.5	1.0	粒子内破壊	80	4.41	475.0	2.35
実施例 4	0.5	1.1	粒子内破壊	300	4.50	550.5	2.50
比較例 1	5	5.4	粒子境界破壊	175	4.45	396.9	3.06
比較例 2	10	0.6	粒子境界破壊	95	4.40	352.0	3.22
比較例 3	2	6.0	粒子境界破壊	90	4.41	416.0	2.73
比較例 4	5	5.0	粒子境界破壊	160	4.50	350.5	2.85

【0151】

表 1 に示す結果より明らかなように、実施例 1 ～ 4 に係るセラミックヒータのセラミック粒子の平均粒子径は $3 \mu\text{m}$ 以下であり、その破壊断面は粒子内破壊であった。これらのセラミックヒータを用いてシリコンウエハを加熱すると、シリコンウエハに粒子径が $3 \mu\text{m}$ 以上のパーティクルは観察されず、 $3 \mu\text{m}$ 未満のパーティクルも極少量であり、シリコンウエハ上に回路などを良好に形成することができた。また、これらのセラミック基板の曲げ強度も $471.6 \sim 550.5 \text{ MPa}$ と良好な値であった。

【0152】

一方、比較例 1、3 に係るセラミックヒータのセラミック粒子の平均粒子径は、それぞれ $5.4 \mu\text{m}$ 、 $6.0 \mu\text{m}$ と、いずれも $3 \mu\text{m}$ 以上であり、これらの破壊断面は粒子境界破壊であった。また、これらのセラミックヒータを用いてシリコンウエハを加熱すると、シリコンウエハに粒子径が $3 \mu\text{m}$ 以上のパーティクルが多数観察され、シリコンウエハ上に回路などを形成すると短絡などの不良が発生し、使用することができないものがあった。比較例 4 に係るセラミックヒータは、平均粒子径 $5.0 \mu\text{m}$ であった。比較例 2 では、平均粒子径 $0.6 \mu\text{m}$ であるが、粒子境界破壊であった。

【0153】

また、これらのセラミック基板の曲げ強度は、それぞれ $350.5 \text{ MPa} \sim 416.0 \text{ MPa}$ と、明らかに実施例 1 ～ 4 に係るセラミックヒータのセラミック基板の曲げ強度より劣るものであった。

また、図 15 に示すように、焼成温度が高くなるに従い、また、焼結助剤の量が多くなるに従い、平均粒子径が大きくなるものであった。

【0154】

【発明の効果】

以上説明のように、本発明のセラミック基板は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径が $3 \mu\text{m}$ 以下であるので、その強度に優れ、脱落するセラミック粒子によりシリコンウエハなどに不良が発生することがない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のセラミック基板の一実施形態であるセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図である。

【図 2】

図 1 に示すセラミックヒータの拡大断面図である。

【図 3】

本発明のセラミック基板の一実施形態であるセラミックヒータの他の一例を模式的に示す平面図である。

【図 4】

(a) は、本発明のセラミック基板の一例である静電チャックを模式的に示す断面図であり、(b) は、(a) に示した静電チャックの A-A 線断面図である。

【図 5】

本発明のセラミック基板の一例である静電チャックを構成する別の静電電極の形状を模式的に示す水平断面図である。

【図 6】

本発明のセラミック基板の一例である静電チャックを構成するさらに別の静電電極の形状を模式的に示す水平断面図である。

【図 7】

本発明のセラミック基板の一例であるウエハプロローバ用チャックトップ板を模式的に示す断面図である。

【図 8】

図 7 に示すウエハプロローバ用チャックトップ板の平面図である。

【図 9】

図 7 に示すウエハプロローバ用チャックトップ板の A-A 線断面図である。

【図 10】

(a) ~ (d) は、図 1 に示すセラミックヒータの製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図 11】

(a) ~ (d) は、図 3 に示すセラミックヒータの製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図 1 2】

実施例 1 で得られたセラミック基板の破壊断面の S E M 写真である。

【図 1 3】

実施例 2 で得られたセラミック基板の破壊断面の S E M 写真である。

【図 1 4】

比較例 1 で得られたセラミック基板の破壊断面の S E M 写真である。

【図 1 5】

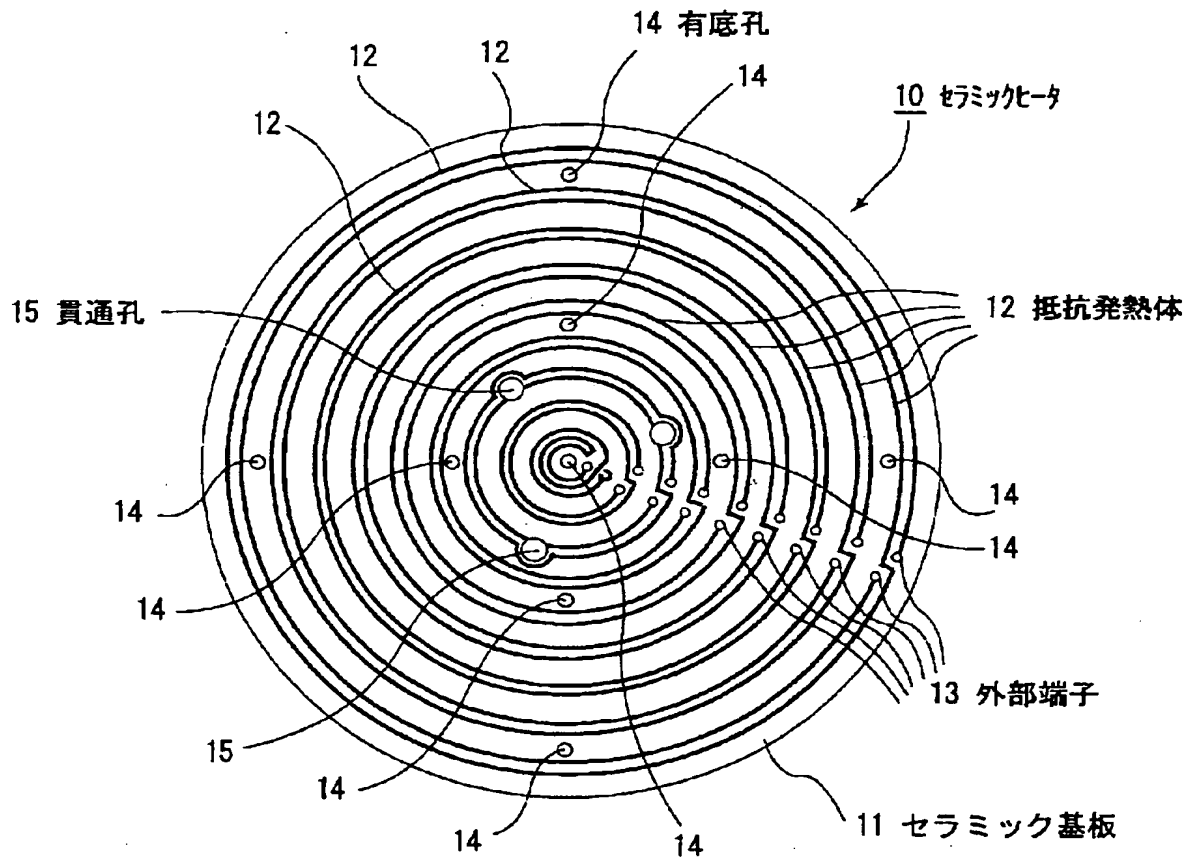
焼成温度（焼結助剤）と粒子径との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

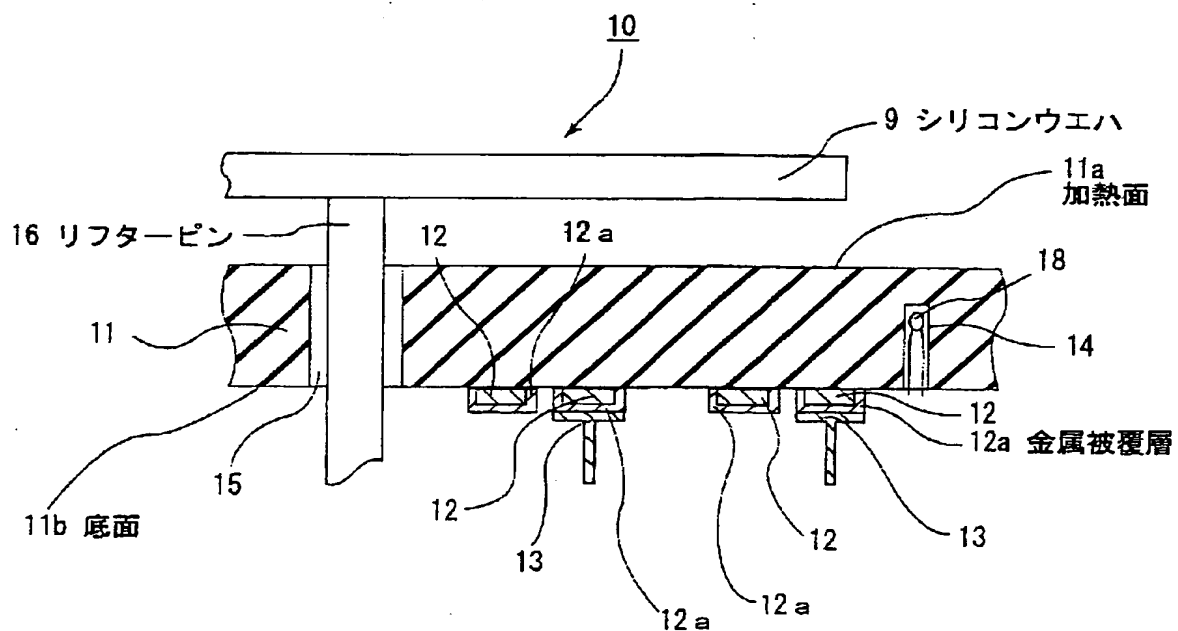
- 9 シリコンウエハ
- 1 0 セラミックヒータ
- 1 1 セラミック基板
 - 1 1 a 加熱面
 - 1 1 b、2 1 b 底面
- 1 2、2 2 抵抗発熱体
- 1 3、2 3 外部端子
- 1 4 有底孔
- 1 5、2 5 貫通孔
- 1 6 リフターピン
- 2 4 ろう材
- 2 7 袋孔
- 2 8 スルーホール

【書類名】 図面

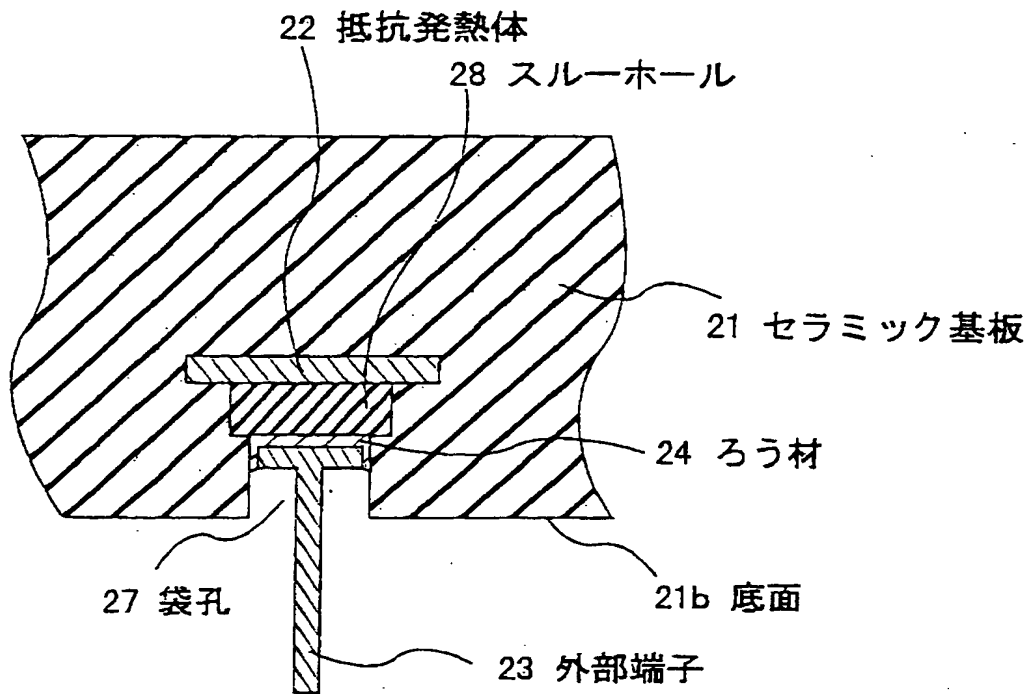
【図 1】



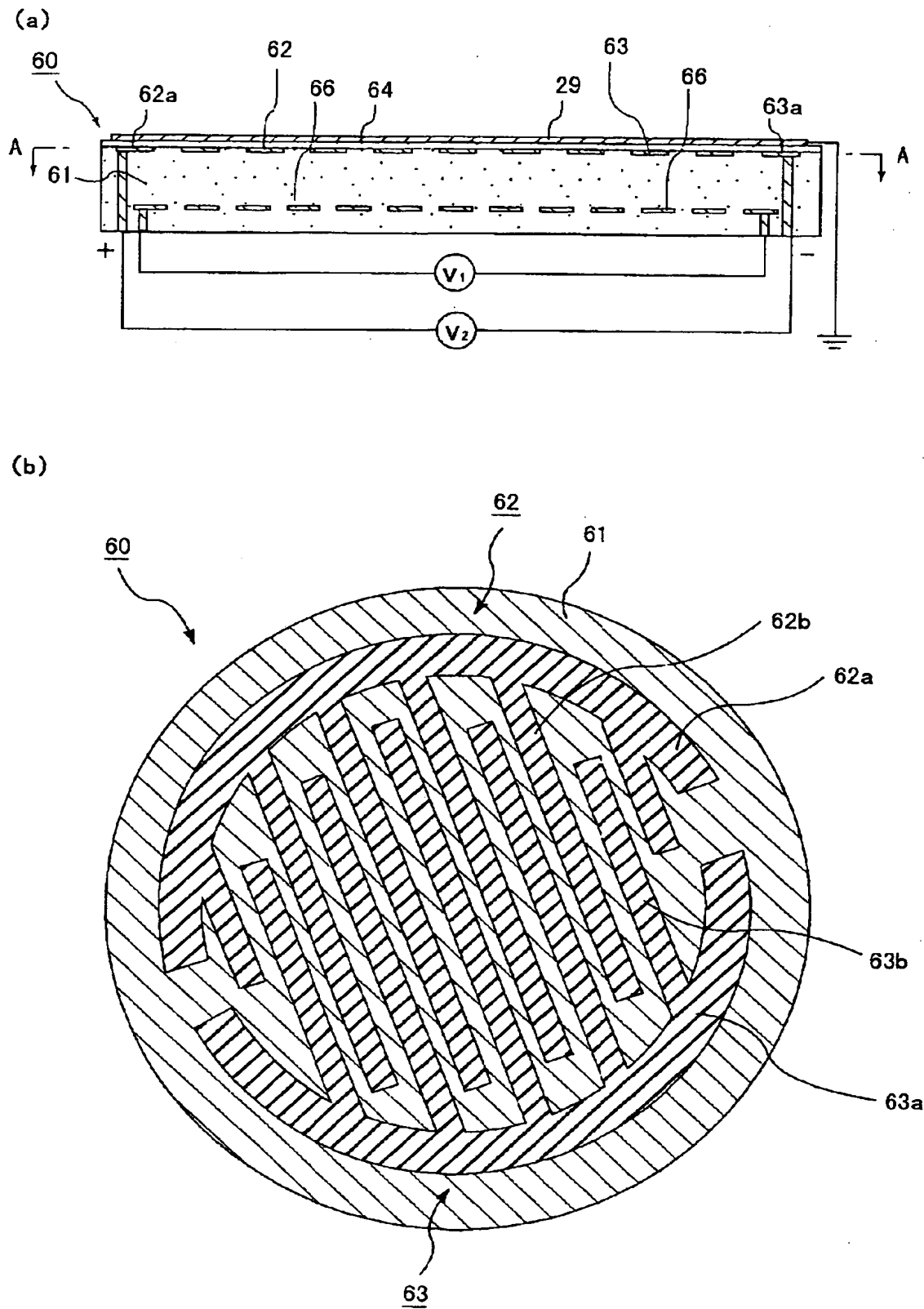
【図 2】



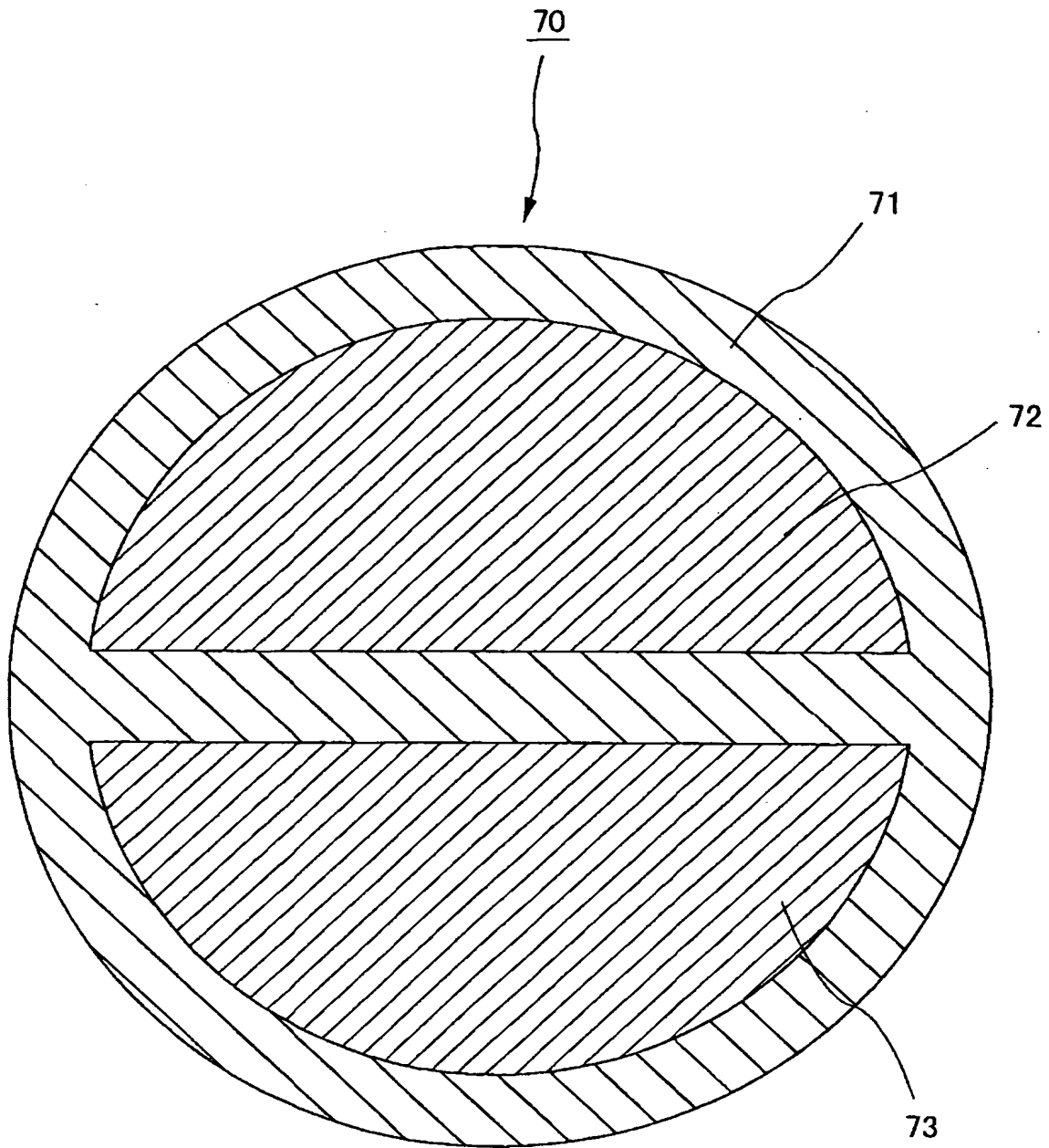
【図 3】



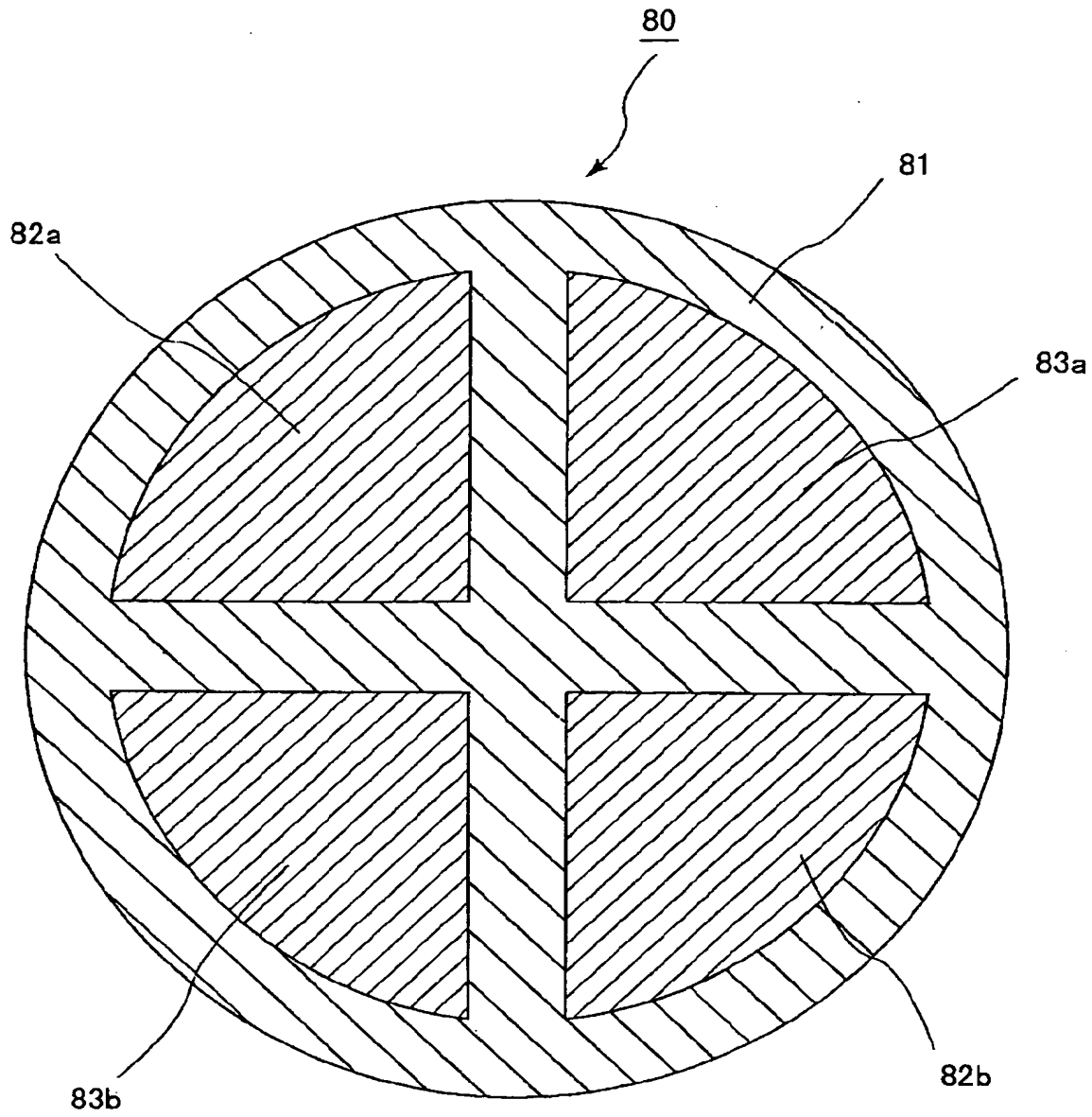
【図 4】



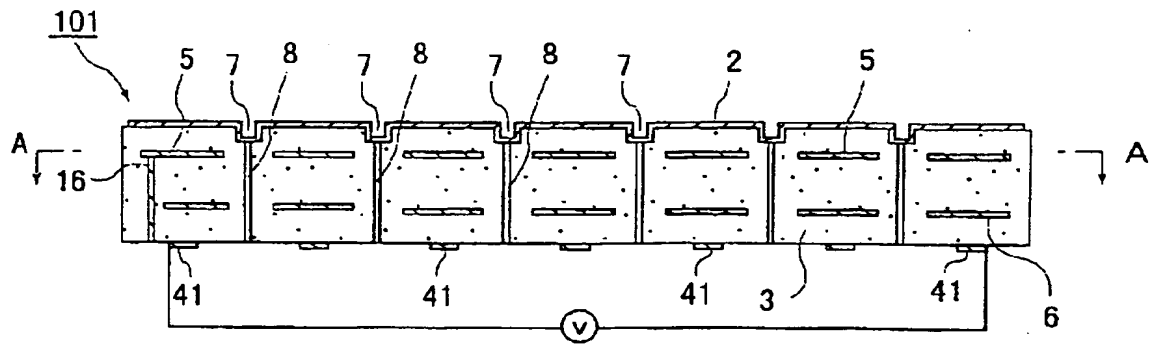
【図 5】



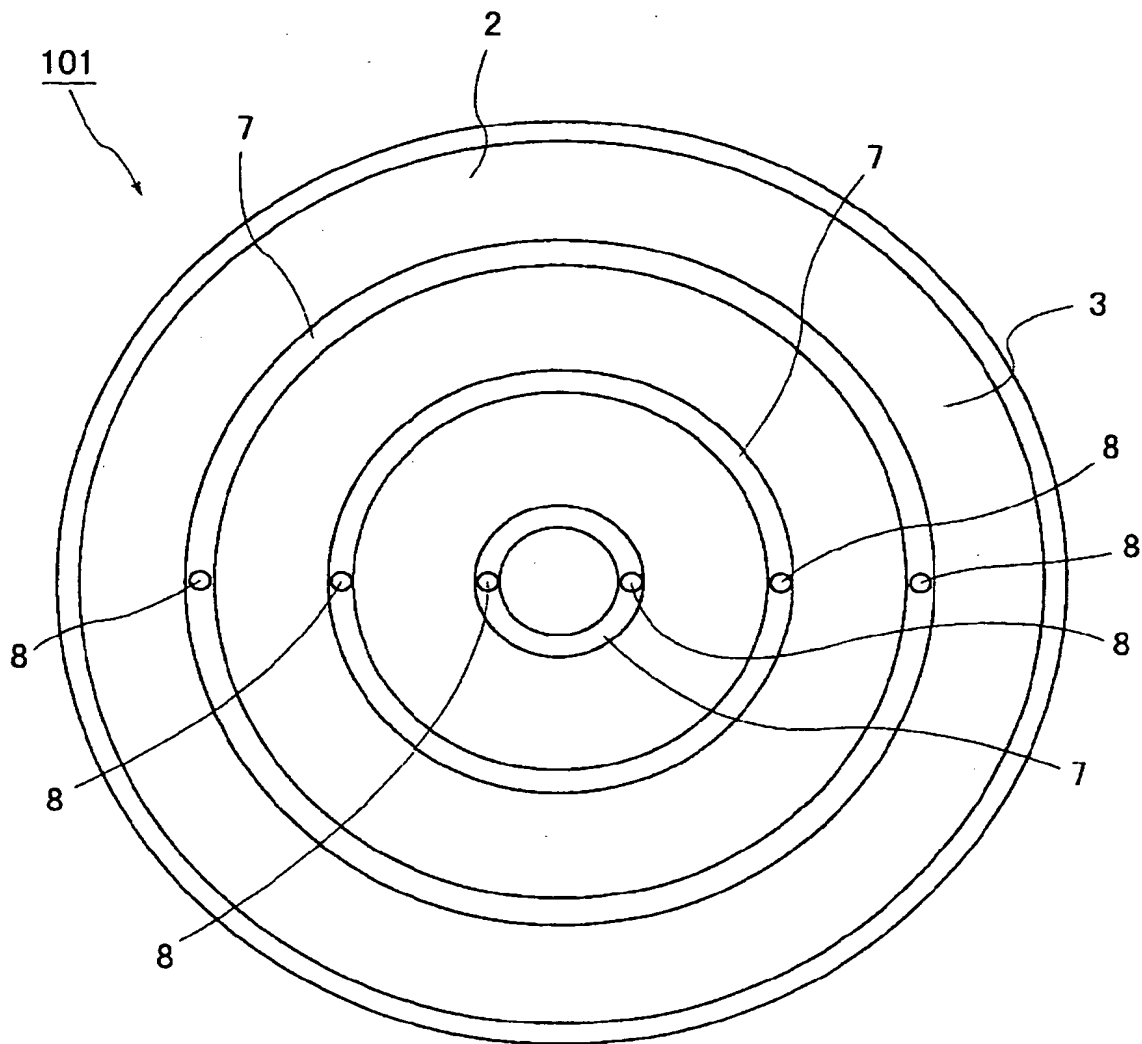
【図 6】



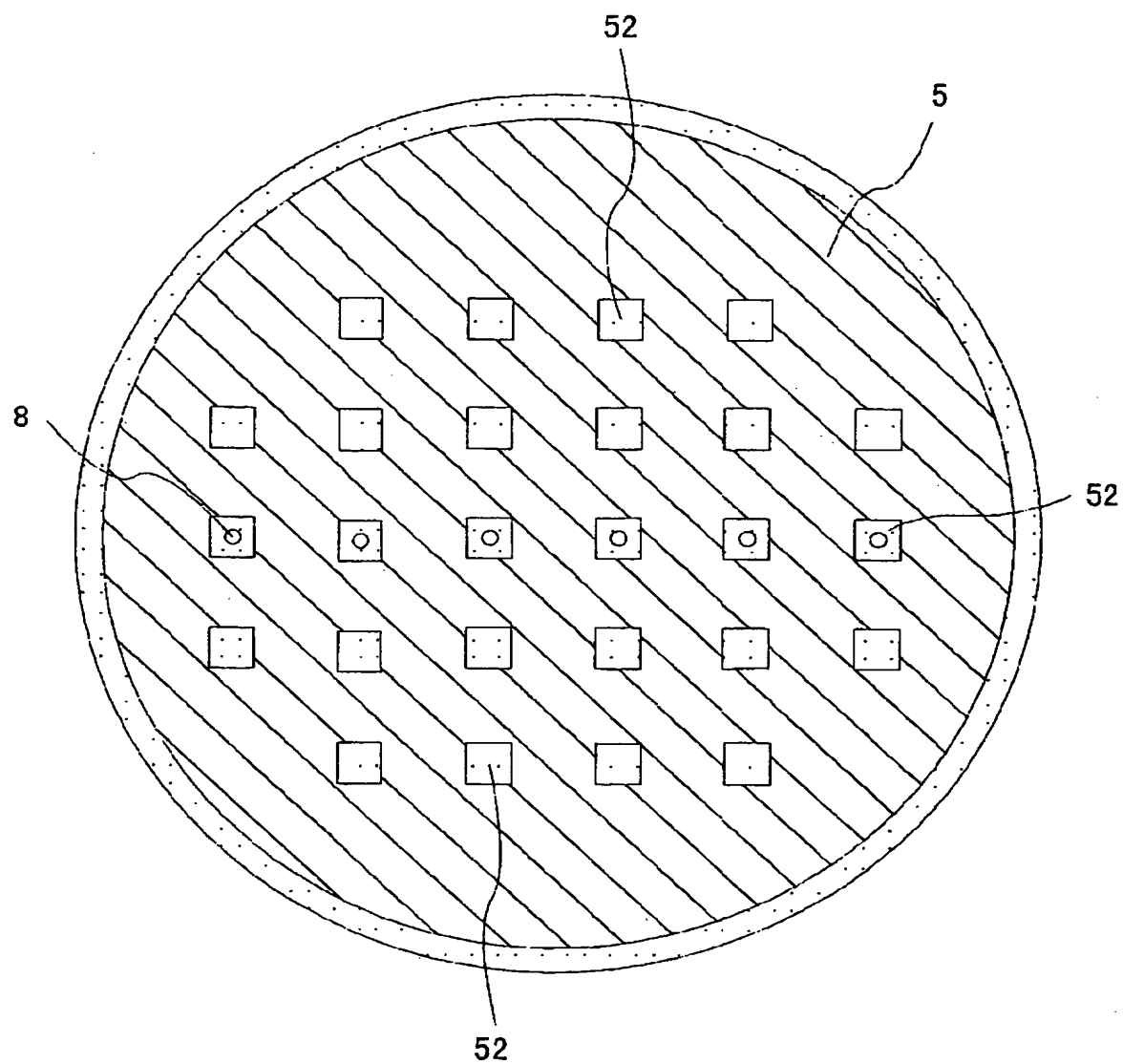
【図 7】



【図 8】

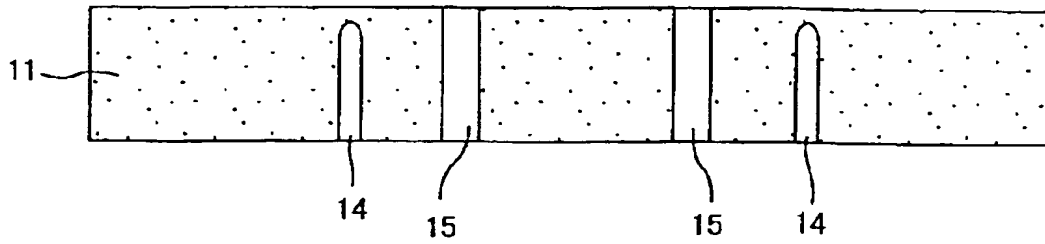


【図 9】

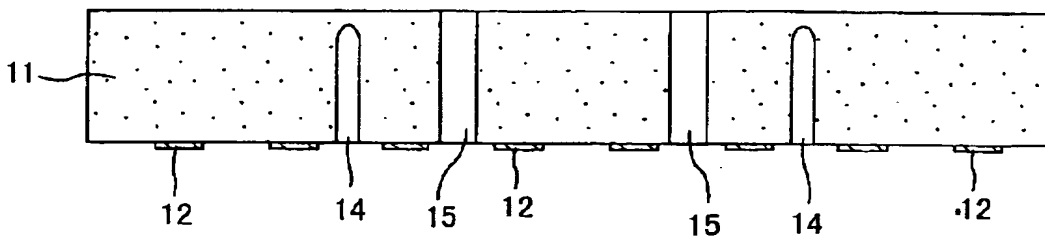


【図10】

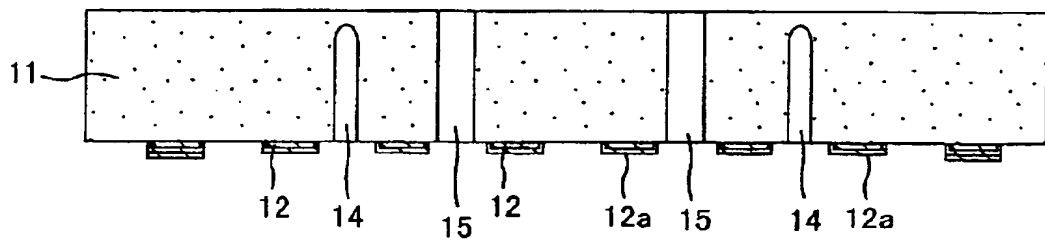
(a)



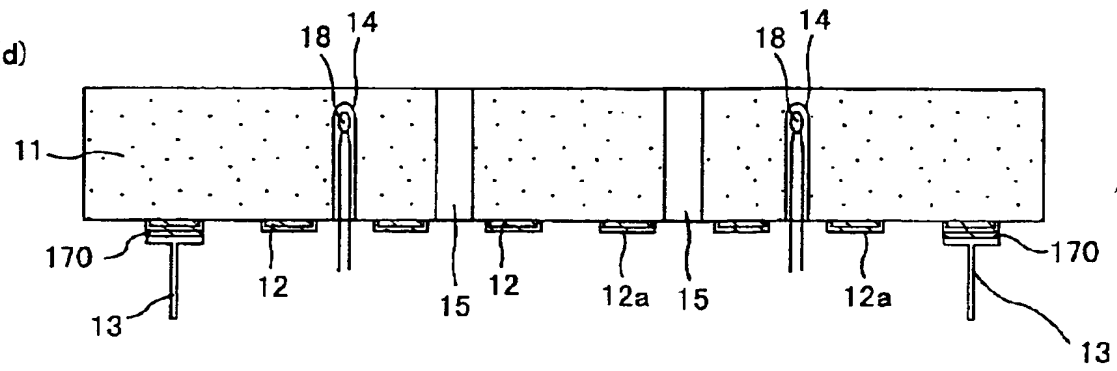
(b)



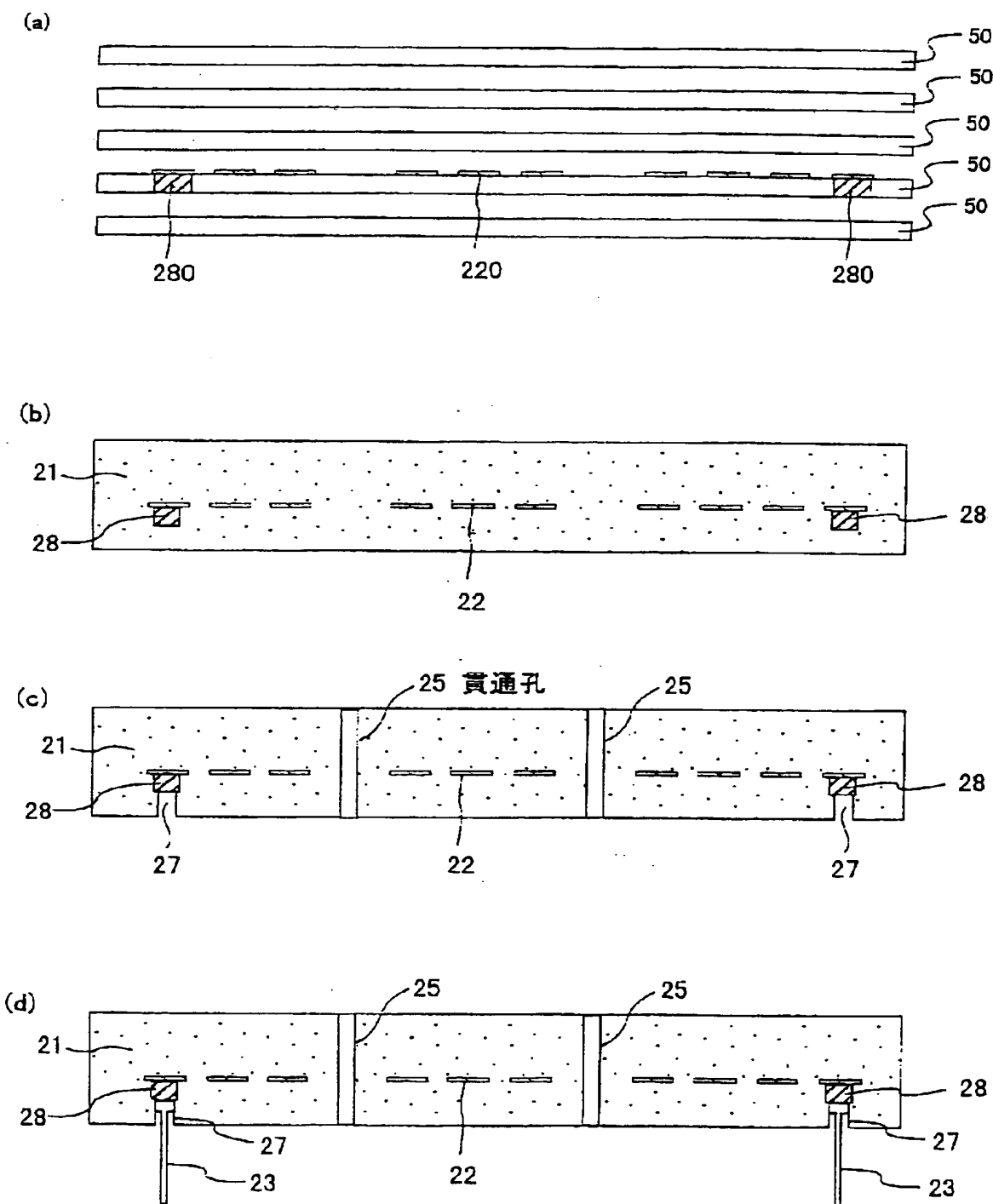
(c)



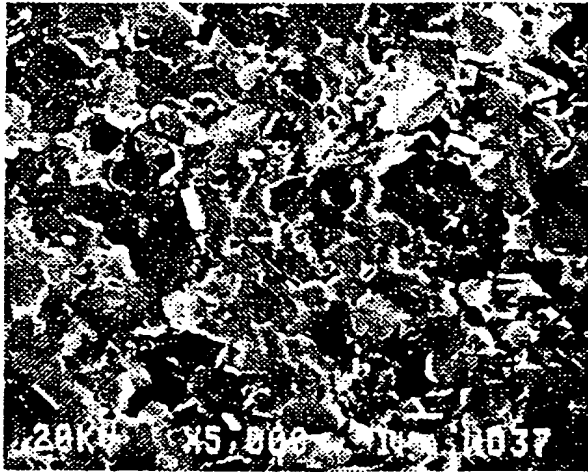
(d)



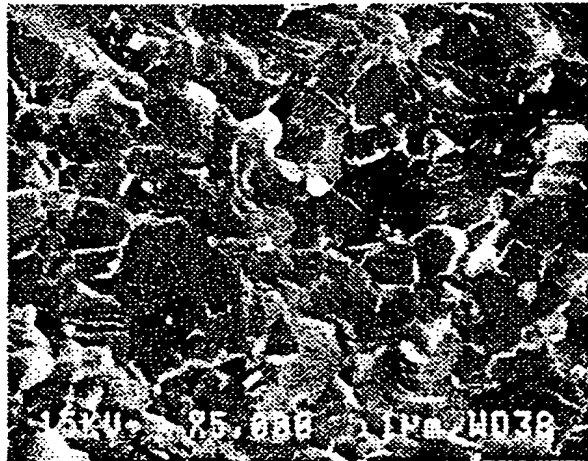
【図 1 1】



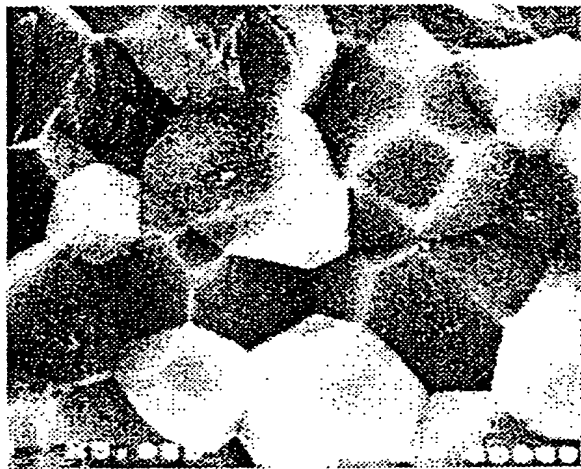
【図12】



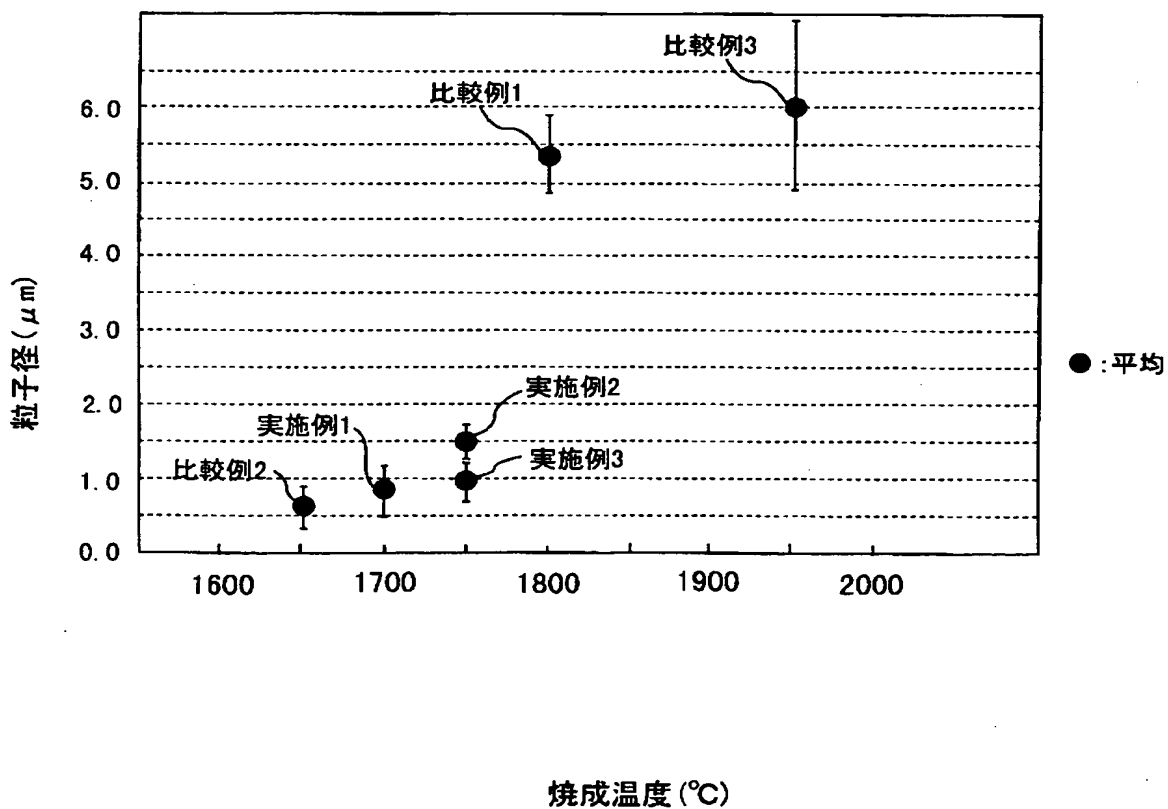
【図13】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シリコンウエハをパーティクルで汚染することのない、曲げ強度などの強度に優れたセラミックヒータを提供すること。

【解決手段】 その内部または表面に導電体が形成されたセラミック基板であって、上記セラミック基板は、粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粒子の平均粒子径は $3\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするセラミック基板。

【選択図】 なし

特 2 0 0 0 - 3 6 1 7 6 8

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 6 1 7 6 8
受付番号	5 0 0 0 1 5 3 2 3 5 7
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 2 年 1 2 月 6 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成12年11月28日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000158]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
氏 名 イビデン株式会社

